

Hans-Christoph Hobohm (Hrsg.)

# **Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten**

**Information Science between  
Virtual Infrastructure and Material Lifeworlds**

Unter Mitarbeit von Judith Peffing

Proceedings des 13. Internationalen Symposiums  
für Informationswissenschaft (ISI 2013)

Potsdam, 19. bis 22. März 2013

**vwh**

Verlag Werner Hülsbusch  
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

## Virtuelle Forschungsumgebung SMW-CorA

### Interaktionskapazitäten für geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung am Beispiel der Historischen Bildungsforschung

*Christoph Schindler<sup>1</sup>, Basil Ell<sup>2</sup>, Marc Rittberger<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)

<sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

schindler@dipf.de, basil.ell@kit.edu, rittberger@dipf.de

#### Zusammenfassung

Dieses Paper beschreibt die Realisierung der Virtuellen Forschungsumgebung „Semantic MediaWiki for Collaborative Corpora Analysis“ (SMW-CorA) für geistes- und sozialwissenschaftliche Forschungsfelder zur kollaborativen qualitativen und quantitativen Analyse von umfangreichen digitalen Korpora. Als Ausgangspunkt für eine angestrebte fächerübergreifende Distribution der Forschungsinfrastruktur dient dabei eine spezifische Fachcommunity, die Historische Bildungsforschung. Zum einen wird dadurch ermöglicht, zentrale Interaktionen mit Forschungsdaten in der Praxis zu adressieren und Interaktionskapazitäten in einer Virtuellen Forschungsumgebung partizipatorisch und agil zu realisieren. Zum anderen beinhaltet dies die Potenziale, konkrete Mehrwerte unter Einbezug der Fachbibliothek für die Fachcommunity zu schaffen sowie informationstechnologische Komponenten für eine Nutzung in weiteren Forschungszusammenhängen zu entwickeln. Anhand von drei Aspekten wird die Virtuelle Forschungsumgebung im Detail vorgestellt.

In: H.-C. Hobohm (Hrsg.). Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten. Tagungsband des 13. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2013), Potsdam, 19.–22. März 2013. Glückstadt: Verlag Werner Hülsbusch, 254–266.

## Abstract

This paper describes the realization of the virtual research environment Semantic MediaWiki for Collaborative Corpora Analysis (SMW-CorA) which is targeted at research in the fields of humanities and social sciences. The history of education research community is used as a starting point for an exemplary design and the intended future distribution across disciplinary boundaries. This project setup offers the possibility to address key interactions with research data in practice and to design capacities for interactions in a virtual research environment in a participatory and agile manner. Furthermore, specific added value can be created by involving a specialized research library and developing technological components which can be subsequently used in other research communities. Three aspects of the virtual research environment will be illustrated in detail.

## 1 Einleitung

Zielsetzung des Projekts „Semantic MediaWiki for Collaborative Corpora Analysis“ (SMW-CorA)<sup>1</sup> ist die Entwicklung einer Virtuellen Forschungsumgebung auf der Grundlage von Semantic MediaWiki (SMW), die in geistes- und sozialwissenschaftlichen Forschungsfeldern einsetzbar ist. Dabei wurde die Unterstützung einer spezifischen Forschungspraxis – der kollaborativen qualitativen und quantitativen Analyse von umfangreichen digitalen Korpora – in einer spezifischen Fachgemeinschaft, der Historischen Bildungsforschung, angestrebt. Hintergrund für diese Ausrichtung der Virtuellen Forschungsumgebung sind Diskussionen um Potenziale von Informa-

---

<sup>1</sup> Das Projekt wird unter dem Titel „Förderung der Entwicklung einer Virtuellen Forschungsumgebung für die Historische Bildungsforschung mit Semantischer Wiki-Technologie – Semantic MediaWiki for Collaborative Corpora Analysis“ (SMW-CorA) von der DFG im Bereich Wissenschaftliche Literaturversorgungs- und Informationssysteme (LIS): „Virtuelle Forschungsumgebungen. Infrastruktur und Demonstrationsprojekte“ (INST 367/5-1, INST 5580/1-1) gefördert und vom DIPF und dem KIT getragen. Die Projektarbeit wurde unter Mithilfe von Denny Vrandečić, Rudi Studer, Cornelia Veja und Elena Simperl durchgeführt. Zusätzlich ist auf die Unterstützung durch die Mitarbeiter der BBF sowie durch Klaus-Peter Horn, Anne Hild und Anna Stisser vom Pädagogischen Seminar der Georg-August-Universität Göttingen hinzuweisen und für die hilfreiche Mitarbeit zu danken.

tionstechnologien, die neben einer Datenflut („data deluge“: Hey et al. 2003) in den Naturwissenschaften speziell in den Geistes- und Sozialwissenschaften auch eine Komplexitätsflut („complexity deluge“: Dunn 2009) bewirken.

Somit werden bei der Gestaltung von Virtuellen Forschungsumgebungen in diesen Feldern weniger grundlegende technikgetriebene Revolutionen in der Vorgehensweise verlangt. Stattdessen werden vielmehr sozio-technische Interaktionskapazitäten für die konkrete Forschungspraxis eingefordert. Allgemein wird in einer großangelegten Studie zu Virtuellen Forschungsumgebungen auf die notwendige Partizipation von Forschern bei der Entwicklung hingewiesen und der Aspekt eines Community-Buildings besonders hervorgehoben (vgl. Carusi/Reimer 2010). Für die Geistes- und Sozialwissenschaften wird betont, dass Forschungsinfrastrukturen Inkubatoren für neue und innovative wissenschaftliche Fragestellungen darstellen (vgl. Wissenschaftsrat 2011: 7), die Anforderungen an die Forschungsumgebungen jedoch in den jeweiligen Forschungsfeldern artikuliert werden müssen (vgl. Borgman 2012). Darüber hinaus wird die Unbestimmtheit von Forschungsinteraktionen jüngst in den Natur- und Technikwissenschaften diskutiert, wobei auf eine Datenfriktion („data friction“: Edwards 2010) und weiterführend eine allgemeine Wissenschaftsfriktion („science friction“: Edwards et al. 2011) verwiesen und das Teilen von Forschungsdaten als ein verzwicktes Problem in sämtlichen Wissenschaften dargestellt wird („conundrum“: Borgman 2012). Auch hier wird ausdrücklich die Notwendigkeit der intensiven Auseinandersetzung mit Fachgemeinschaften und deren Umgang mit Forschungsdaten in ihren Umgebungen betont (vgl. ebd.). Für die Bildungsforschung konnten diese Befunde in einer komparativen ethnografischen Informationsstudie zu fünf Bildungsforschungsprojekten bestätigt werden (vgl. Schindler, im Erscheinen).

Aufgrund dieser Diskussionen wurden Forschungsdaten und deren benötigte Interaktionskapazitäten betrachtet, bei denen die Unterstützung der konkreten Forschungspraxis – von der Datenintegration über deren Annotation, Analyse und Export – realisierbar erschien. Inhaltlich orientiert sich die Entwicklung der Virtuellen Forschungsumgebung am artikulierten Bedarf von Historischen Bildungsforschern, erziehungswissenschaftliche Nachschlagewerke diskursanalytisch zu untersuchen und diese sowohl qualitativ als auch quantitativ zu erforschen. Durch die enge Kooperation mit der Bibliothek für Bildungsgeschichtliche Forschung (BBF) konnte auf deren Bestand an digitalisierten Lexika der Scripta Paedagogica Online (SPO) (vgl. Ritzi 2003) zu-

rückgegriffen und über 20.000 Lemmata als Ausgangsbasis für Untersuchungen in die Forschungsumgebung integriert werden.

Im weiteren Verlauf des Artikels werden Diskussionen um Virtuelle Forschungsumgebungen aufgezeigt, SMW als eine modulare Plattform für die Virtuelle Forschungsumgebung dargestellt und der eigene partizipatorische und agile Designansatz beschrieben. Im Anschluss daran wird die Realisierung von SMW-CorA anhand der Analyse von erziehungswissenschaftlichen Lexika dargelegt, wobei exemplarisch der Import von Lexika, die Kodierung von Lemmata und der Export in das Semantic Web beschrieben werden. Der Artikel endet mit einer abschließenden Diskussion.

### 1.1 Virtuelle Forschungsumgebungen in Aktion

Virtuelle Forschungsumgebungen<sup>2</sup> werden als digitale Werkzeuge zur Unterstützung von Forschung betrachtet und gegenwärtig größtenteils durch Zielsetzungen wie folgt beschrieben: “The aim of a VRE is to provide an integrated environment that supports the work of a community of collaborating researchers” (Voss/Procter 2009: 176). Waren die Förderprogramme und Realisierungen von Virtuellen Forschungsumgebungen anfangs stark auf großangelegte Grid-Technologien ausgerichtet, so werden zunehmend auch Web 2.0 und soziale Softwaresysteme einbezogen und die Aspekte der Kollaboration, Vernetzung und Partizipation betont (vgl. Anandarajan/Anandarajan 2010). Teilweise werden die Zielsetzungen von Virtuellen Forschungsumgebungen mit dem Konzept der „Community of Practice“ (CoP) (Lave/Wenger 1991) abgesteckt und weitreichende Anforderungen an die Forschungsumgebungen gestellt (vgl. Candela 2012). Übersehen wird dabei, dass die Praxis der Forschung, die es mit Forschungsumgebungen zu unterstützen gilt, in Interaktion mit konkreten Forschungsobjekten besteht. Darüber hinaus muss im Gegensatz zu CoPs auf einen weiterführenden epistemologischen Aspekt hingewiesen werden, nämlich den Interaktionen mit zum Teil unbekanntem Phänomenen, deren Erforschung eine ‚interaktive Stabilisierung‘ zwischen formbaren Ressourcen benötigt, wie es in der Wissenschafts- und Technikforschung seit den 1990er-Jahren Stand der Forschung ist (vgl. Heintz 1993).

---

<sup>2</sup> Für eine Einführung in das Themenspektrum der Virtuellen Forschungsumgebungen siehe Botte et al. (2011); Anandarajan/Anandarajan (2010); Carusi/Reimer (2010); Dunn (2009); Voss/Procter (2009).

## 1.2 Semantic MediaWiki als modulare Plattform

Mit der Software MediaWiki (MW), welche der Online-Enzyklopädie Wikipedia zugrunde liegt, und deren Erweiterung SMW, wurde eine technische Plattform für die Virtuelle Forschungsumgebung ausgewählt, die bereits auf breiter Basis etabliert ist und für die eine Vielzahl an Erweiterungen zur Verfügung steht. Ausschlaggebend dafür waren zwei Gründe. Zum einen ist diese modulare Plattform relativ leicht anpassbar, was speziell für die geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung mit ihren flexiblen Forschungsapparaturen und heterogenen Forschungsdaten von zentralem Interesse ist. So existieren in diesen Feldern zwar seit ein paar Jahren große Mengen an digitalen Ressourcen, jedoch sind passende Umgebungen für deren konkrete Erforschung kaum vorhanden. SMW als technologische Plattform ermöglicht es, im Unterschied zu einem Content Management System (CMS), dass auch weitere Funktionalitäten, z. B. für Forschungsinteraktionen oder die Erstellung von Abfragen, editierbare ‚Inhalte‘ darstellen. Diese Funktionalitäten liegen in einer relativ einfachen Syntax in Wikiseiten vor und können, gemäß dem Wikiprinzip, von Benutzern editiert werden, was dadurch eine niedrige technologische Hürde darstellt. Dies führt zu einer leichten Anpassbarkeit der Forschungsumgebung – auch durch die Forscher selbst – und damit zu einer Übertragbarkeit von Programmierfähigkeiten an die Forscher. Zum anderen ist es mit SMW möglich, Potenziale des Semantic Web aufzugreifen (vgl. Krötsch et al. 2007; Sure/Studer 2005), die gegenwärtig unter den Begriffen ‚Linked Data‘ oder ‚Linked Science‘ gefasst und (vgl. Bizer et al. 2009) – zumindest was die Unterstützung konkreter Forschungsprozesse in der Praxis angeht – meist beschränkt auf natur- und technikwissenschaftliche Belange diskutiert werden.

## 1.3 Partizipatorisches und agiles Design

Methodisch wurde zur Erfassung und Gestaltung konkreter Interaktionskapazitäten für die Forschungspraxis ein partizipatorisches Design mit agilem Entwicklungsansatz durchgeführt wie es im Rahmen von Virtuellen Forschungsumgebungen intensiv eingefordert wird (vgl. Carusi/Reimer 2010; Voss/Procter 2009). Dabei wurden neben Forschern auch Mitarbeiter der BBF als aktive Beteiligte in die Realisierung eingebunden. Für die konkrete Entwicklungsarbeit der Virtuellen Forschungsumgebung war eine adäqua-

te Kooperationsbasis zwischen den Beteiligten notwendig, die über mehrere intensive Sitzungen vor Ort etabliert und im weiteren Verlauf des Projektes durch Online-Teamsitzungen fortgeführt werden konnten. Parallel dazu wurden zu den jeweiligen Realisierungsphasen Anforderungs- und Bedarfsanalysen teilweise mit Sitevisits durchgeführt und die Entwicklung über Prototypen in Word oder direkt in der Forschungsumgebung frühzeitig konkretisiert und getestet. Die iterative Entwicklung mit Bedarfseruierung sowie das Testen der Funktionalitäten konnte dabei gestützt werden auf eine intensive Arbeitskooperation mit zwei Doktorandinnen im Bereich der Historischen Bildungsforschung, die gegenwärtig ihre Forschungen in der Virtuellen Forschungsumgebung durchführen. Abbildung 1 fasst das notwendige Zusammenwirken zwischen den heterogenen Beteiligten bei der Gestaltung der Virtuellen Forschungsumgebung schematisch zusammen (vgl. Baker/Bowker 2007). Auf der Grundlage dieser Interaktionen beim Design konnten in dem Projekt Funktionalitäten wie die Datenintegration, die Kodierung und das Ressourcenmanagement bis hin zur Analyse und zum Export kollaborativ artikuliert und realisiert werden. Die Bedarfe wurden dabei nicht nur bestätigt, sondern fortwährend differenziert und teilweise neu artikuliert.

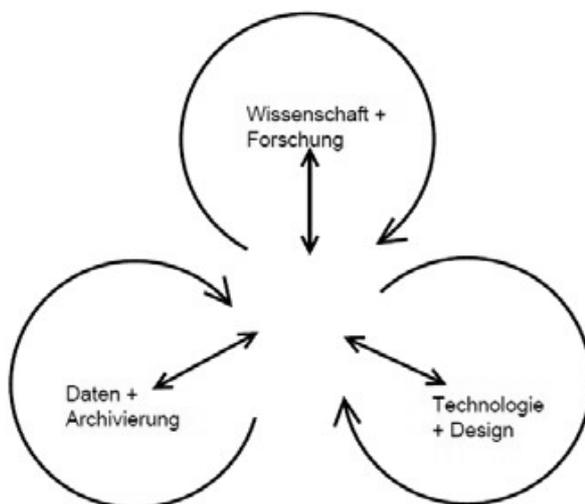


Abb. 1 Zusammenwirken heterogener Akteure im Design



Für die Forscher werden dadurch nicht nur gewohnte Interaktionen mit Büchern wie das Stöbern im Inhaltsverzeichnis oder das Aufblättern von Artikeln ermöglicht. Für die Forscher sind darüber hinaus die bibliografischen Daten von zentralem Interesse, die durch die formale Beschreibung in der SMW-Syntax die Wiki-typischen Verlinkungen mit entsprechenden Interaktionen zur Verfügung stellen. Zudem ermöglicht die semantische Auszeichnung die Einbeziehung der bibliografischen Daten in die Analyse. So kann der Korpus bereits auf dieser Datenbasis zu Autoren, Herausgebern, Erstellungszeiträumen und -orten sowie Umfänge (Anzahl an Seiten, Artikel etc.) befragt werden. Mit einer entsprechenden Visualisierungstechnologie werden bereits Netzwerkanalysen der Autoren oder Landkarten über die Erscheinungsorte der Lexika ermöglicht. Der Mehrwert der Virtuellen Forschungsumgebung zeigt sich zusätzlich speziell in der Verbindung der bibliografischen Daten mit qualitativen Analyseformen, da dadurch eine explizite Verlinkung von quantitativen und qualitativen Forschungsdaten ermöglicht wird.

## 2.2 Kodierung von Lemmatainhalten<sup>3</sup>

Für die inhaltliche Analyse der Lemmata steht ein Kodierwerkzeug<sup>4</sup> zur Verfügung, das den Forschern die Markierung, Kodierung (Inhaltsannotation) und damit die spätere detaillierte Abfrage von Textinhalten im Korpus ermöglicht. Orientierung bei der Entwicklung der Kodierungsmöglichkeiten boten computerbasierte qualitative Analysetools (Markierung und Annotation von Textbereichen, Entwicklung und Zugriff auf Kodierungsschema, Visualisierung von Kodierungen etc.), wobei im Vergleich zu gängigen qualitativen Analysewerkzeugen<sup>5</sup> weitere Bedarfe identifiziert und bestätigt werden konnten: 1) eine kombinierte Bearbeitungs- und Abfragemöglichkeit von bi-

---

<sup>3</sup> Da die Digitalisate der Lexika bei der SPO aufgrund der Frakturschrift und ihrer problematischen Volltexterkennung (OCR) rein als Bilddateien vorliegen, wurde dies in dem Projekt als Anlass genommen, sich intensiv der qualitativen Analyse zu widmen, was in den digital oder eHumanities meist nachrangig bearbeitet wird.

<sup>4</sup> Das im Projekt erstellte Kodierwerkzeug wird als SMW-Erweiterung Semantic Image Annotator (SIA) und als Open Source Software zur Verfügung gestellt unter: [http://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Semantic\\_Image\\_Annotator](http://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Semantic_Image_Annotator)

<sup>5</sup> Hervorzuheben sind dabei die Werkzeuge Atlas.ti, NVivo und MaxQDA, die als in den Sozial- und Geisteswissenschaften am weitesten verbreitet betrachtet werden können.

bliografischen Daten, Eigenschaften, Klassifikationen sowie Kodierungen; 2) eine kollaborative Arbeitsmöglichkeit in einer webbasierten Umgebung; 3) den Import und Export von Ressourcen in Kombination mit Standard-Metadaten.<sup>6</sup> Gegenwärtig sind die zentralen Funktionalitäten umgesetzt und mit Formularfunktionalitäten ergänzt (s. Abb. 3), die eine leichte Anpassbarkeit für weitere Forschungszusammenhänge ermöglichen.

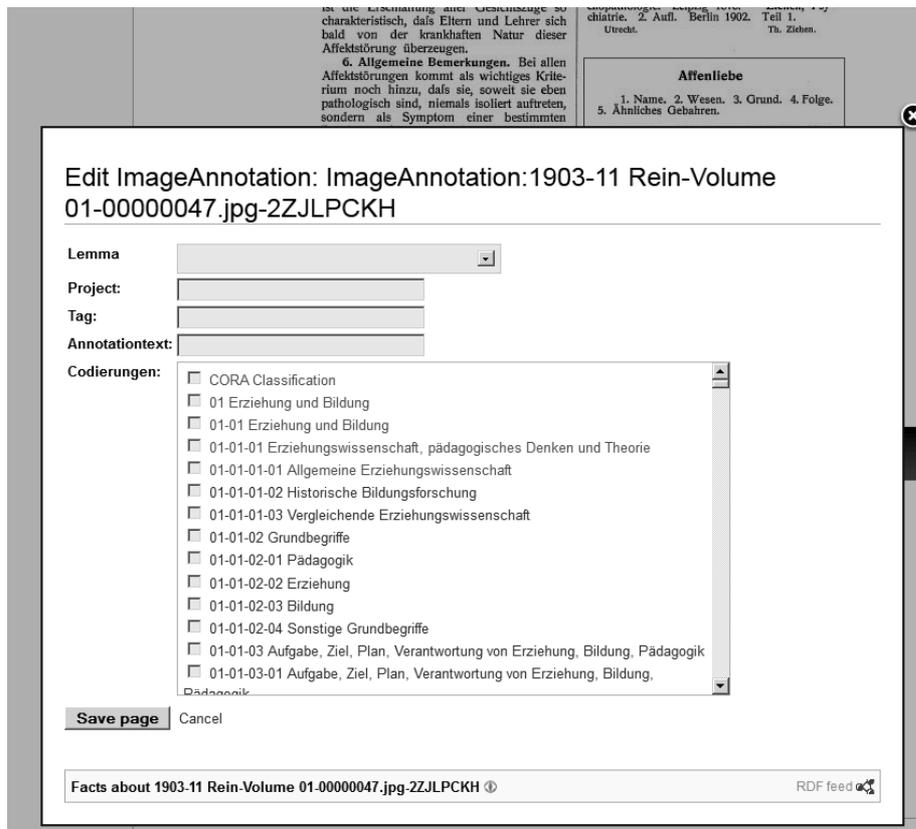


Abb. 3 Kodierungswerkzeug mit markiertem Textbereich, formularunterstützter Kodierung und Klassifikationssystematik der Historischen Bildungsforschung

<sup>6</sup> Dieser formulierte Mehrwert der eigenen Virtuellen Forschungsumgebung wurde jüngst in der Community der qualitativen Sozialforschung als zentrales Desiderat von bisherigen Softwarelösungen artikuliert Corti/Gregory (2011).

### **2.3 Semantic-Web-Technologien zum Export von Forschungsarbeiten**

Potenziell können in der Forschungsumgebung sämtliche durchgeführten Arbeiten exportiert werden, da SMW eine RDF-Exportfunktionalität bereitstellt. Exemplarisch wurden bereits die unterschiedlichen Lexika-Entitäten (Lexikon, Band, Lemma und Digitalisat) und ihre Eigenschaften mit Vokabularen im Semantic-Web-Standard verknüpft, um die importierten bibliografischen Daten aufbereitet zur Verfügung zu stellen. Dazu wurden im Rahmen des Projekts einfache, leichtgewichtige Metadaten-Schemata (PRISM, SKOS, FOAF, DC etc.) verwendet (Schindler et al. 2011). Zusätzlich ist es möglich, für die quantitative Auswertung in Statistikprogrammen CSV-Dateien zu exportieren. Für Forscher ist nun von zentralem Interesse, dass die durchgeführten Anreicherungs-, Kodierungs- und Klassifikationsarbeiten am Korpus gebündelt exportiert und im Sinne einer wissenschaftlichen Wertschöpfungskette von weiteren Forschungsgruppen nachgenutzt werden können (vgl. Borgman 2008). Für die Historische Bildungsforschung wird dadurch die Möglichkeit geboten, nähere formale Beschreibungen von zentralen Ressourcen wie bspw. Personen und Körperschaften in der Forschungsgemeinschaft kollaborativ zu erstellen und diese durch die Verwendung standardisierter Verfahren wieder an zentraler Stelle zusammenzutragen. Darüber hinaus können weitere Arbeitsabläufe zwischen Forschern und Bibliothekaren etabliert werden. So können Forscher identifizierte Fehler in der Datenbasis markieren und entsprechend auszeichnen. Dank der RDF-Exportmöglichkeiten können diese Fakten exportiert und damit an die BBF zurückübertragen werden.

## **3 Schluss**

Mit der Realisierung der Virtuellen Forschungsumgebung konnten nicht nur konkrete gegenwärtige Forschungsinteraktionen mit Daten im Feld der Historischen Bildungsforschung ‚abgebildet‘ und vom Datenimport über die Analyse bis zum Export unterstützt werden. Insbesondere wurden in Auseinandersetzung mit Historischen Bildungsforschern, der BBF und Potenzialen des Semantic Web neue Interaktionskapazitäten artikuliert und realisiert. So

sind beispielsweise Forschungsinteraktionen möglich, die quantitative und qualitative Methoden in einer Umgebung verbinden. Trotz der Ausrichtung auf konkrete Forschungspraxen konnten darüber hinaus technologische Entwicklungen in Form von SMW-Erweiterungen realisiert werden, die in weiteren Forschungszusammenhängen genutzt und angepasst werden können. Darüber hinaus konnten Interaktionskapazitäten identifiziert werden, die in Form einer wissenschaftlichen Wertschöpfungskette nicht nur für die durchführenden Forscher selbst, sondern ebenso für die Bibliothek und spätere Studien relevant werden. So wurden im Verlaufe des Forschungsprozesses Aufbereitungsarbeiten an Entitäten – wie bspw. Körperschaften, Personen und ihren Eigenschaften – identifiziert, mit denen der Korpus detailliert vernetzt und in Beziehung zu externen Ressourcen gestellt werden kann, was für eine Nachnutzung mit einer entsprechenden Archivierung hoch relevant ist (vgl. Schindler et al. 2011). Diese Verknüpfungen der Ressourcen des Forschungskorpus mit externen Quellen – wie etwa Literatur, Körperschaften, Personen – reichen über den exemplarisch unterstützten Anwendungsfall der Historischen Bildungsforschung hinaus und konkretisieren Potenziale von Semantic Web Technologien in der sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschungspraxis.

## Literaturverzeichnis

- Anandarajan, M.; Anandarajan, A. (Hrsg.) (2010). *e-Research Collaboration. Theory, Techniques and Challenges*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Baker, K. S.; Bowker, G. C. (2007). Information ecology: open system environment for data, memories, and knowing. In: *Journal of Intelligent Information Systems* 29 (1), 127–144.
- Bizer, C.; Heath, T.; Berners-Lee, T. (2009). Linked data – the story so far. In: *Int. Journal on Semantic Web and Information Systems* 5 (3), 1–22.
- Borgman, C. L. (2008). Data, Disciplines, and Scholarly Publishing. In: *Learned Publishing* 21, 29–38.
- Borgman, C. L. (2010). The Digital Future Is Now: A Call to Action for the Humanities. In: *Digital Humanities Quarterly* 3 (4).
- Borgman, C. L. (2012). The conundrum of sharing research data. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 63 (6), 1059–1078.

- Botte, A.; Rittberger, M.; Schindler, C. (2011). Virtuelle Forschungsumgebungen. In: Griesbaum, J.; Mandl, T.; Womser-Hacker, C. (Hrsg.). *Information und Wissen: global, sozial und frei?* Proceedings der ISI 2011. Boizenburg: vwh, 422–433.
- Candela, L. (2012). Data Use – Virtual Research Environments. In: GRDI2020 Consortium (Hrsg.). *Technological & Organisational Aspects of a Global Research Data Infrastructure*. <http://www.grdi2020.eu/Repository/FileScaricati/9a85ca56-c548-47e4-8b0e86c3534ad21d.pdf> <12.11.2012>.
- Carusi, A.; Reimer, T. (2010). Virtual Research Environment. Collaborative Landscape Study. A JISC funded project. <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/vrelandscapeporeport.pdf> <12.11.2012>.
- Corti, L.; Gregory, A. (2011). CAQDAS Comparability. What about CAQDAS Data Exchange? In: *Forum: Qualitative Social Research* 12.
- Dunn, S. (2009). Dealing with the complexity deluge: Virtual Research Environments in the Arts and Humanities. In: *Library Hi Tech* 27 (5), 205–216.
- Edwards, P. N. (2010). *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*. Cambridge: MIT Press.
- Edwards, P. N.; Mayernik, M. S.; Batcheller, A. L.; Bowker, G. C.; Borgman, C. L. (2011). Science friction: Data, metadata, and collaboration. In: *Social Studies of Science* 41 (5), 667–690.
- Heintz, B. (1993). Wissenschaft im Kontext: neuere Entwicklungstendenzen der Wissenschaftssoziologie. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 43 (3), 528–552.
- Hey, T.; Trefethen, A. (2003). The Data Deluge: An e-Science Perspective. In: Berman, F.; Fox, G.; Hey, T. (Hrsg.). *Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality*. Hoboken, San Francisco: John Wiley & Sons.
- Kröttsch, M.; Vrandečić, D.; Völkel, M.; Haller, H.; Studer, R. (2007). Semantic Wikipedia. In: *Journal of Web Semantics* 5, 251–261.
- Lave, J.; Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Schindler, C. (im Erscheinen). *Informationspraxen in der Bildungsforschung. Ethnographische Informationsforschung über Forschungsumgebungen, Apparaturen und Forschungsdaten in Interaktion*. Dissertationschrift an der Universität Hildesheim.
- Schindler, C.; Veja, C.; Rittberger, M.; Vrandečić, D. (2011). How to teach digital library data to swim into research. In: *Proceedings of the I-Semantics '11*. New York: ACM, 142–149.

- Sure, Y., Studer, R. (2005). Semantic Web technologies for digital libraries. In: *Library Management*, 26 (4/5), 190–195.
- Ritzi, C. (2003). *Scripta Paedagogica Online*. In: Thaller, M. (Hrsg.). *Digitale Bausteine für die geisteswissenschaftliche Forschung*. Göttingen: Dührkohp und Radicke, 103–122.
- Voss, A.; Procter, R. (2009). Virtual research environments in scholarly work and communications. In: *Library Hi Tech* 27 (2), 174–190.
- Wissenschaftsrat (2011). *Empfehlungen zu Forschungsinfrastrukturen in den Geistes- und Sozialwissenschaften*. Berlin. <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/10465-11.pdf> <12.11.2012>.